

33. LE CONDUTTURE NON METALLICHE PER ACQUA POTABILE NEI RIGUARDI TECNICO-IGIENICI E L'AUTARCHIA.

La necessità di ridurre l'impiego del ferro nelle costruzioni civili porta ad uno studio particolareggiato della possibilità e convenienza di sostituire le tubature metalliche per acqua potabile, attualmente in uso, con altre in cemento amianto ed in cemento armato, tenendo presenti le speciali caratteristiche di queste tubature risultanti dalla passata esperienza.

E' però da rilevare che mentre queste condutture non metalliche in passato erano di norma destinate ad acquedotti con limitate pressioni e tracciati di sicura consistenza e stabilità, oggi il loro campo di impiego tende ad estendersi sempre più con requisiti di maggiore esigenza per tracciati di minore consistenza e stabilità e pressioni più elevate.

Sorge così la necessità di uno studio accurato delle speciali caratteristiche di queste tubature attualmente in uso, per giudicarne la loro idoneità a questi nuovi compiti e per ricercare le eventuali modifiche occorrenti per soddisfare con sicurezza e reale economia alle nuove maggiori esigenze.

E' evidente inoltre che le caratteristiche di questo adattamento e miglioramento di tubature aventi originariamente limitate applicazioni, devono essere studiati in modo particolarmente scrupoloso nei riguardi igienici, per evitare che le acque potabili convogliate nelle tubature suddette possano essere inquinate da materiali estranei aspirati, o che comunque possano introdursi nell'interno delle tubature stesse attraverso i giunti nei periodi di abbassamento di carico e di svuotatura delle condutture, per cause accidentali o di normale servizio.

Questa pericolosa evenienza per la sua gravità deve poi essere tenuta ancora in maggiore considerazione nelle reti di distribuzione di acqua potabile negli abitati, nelle quali non si può escludere qualche indiretto contatto delle condutture stesse con materiali fecali in occasione di guasti nelle fognature e nelle rimozioni del materiale circostante ad esse per le occorrenti riparazioni.

Acquista quindi la massima importanza ogni studio diretto a ricercare e stabilire le caratteristiche più importanti che dovrebbero presentare le condutture non metalliche sia per quanto riguarda le singole tubature sia per quanto riguarda la giunzione fra di loro.

T U B I .

Per quanto riguarda la parte di acquedotto costituita dal solo tubo, fabbricato coi materiali di uso più comune; quali cemento amianto e cemento armato, nelle più svariate applicazioni, si può ritenere in linea di massima che si possa facilmente ottemperare ai requisiti di resistenza meccanica e di impermeabilità anche ai fini igienici, perchè la composizione dei materiali, lo spessore dei tubi ed il tipo di tubatura più adatto possono essere stabiliti caso per caso in relazione alle esigenze alle quali verranno destinate le condutture.

E' intuitivo ad ogni modo che lo spessore delle tubature deve essere calcolato per qualsiasi tipo con la formula normalmente adottata nella pratica;

$$s = \frac{pd}{2R} + C$$

dove p indica la pressione massima da sopportare dal tubo, d indica il diametro, R il carico di sicurezza alla trazione, corrispondente almeno ad $1/4$ del carico di rottura, e C una costante di maggiorazione di spessore, di notevolissima importanza, perchè con essa si tiene conto dei difetti eventuali di costituzione del materiale impiegato e della oscillazione dei coefficienti di rottura e di altri sforzi suppletivi da sopportarsi dalle tubature, non facilmente determinabili.

Questa costante di maggiore spessore rispetto al calcolo esclusivamente teorico, è stata già dalla esperienza dimostrata necessaria per la ghisa da mm. 5 a mm. 8, per l'acciaio di circa mm. 3, per il piombo di mm. 5, per il calcestruzzo di cemento di mm. 50, per il gres di mm. 12 etc.

Per il cemento amianto, materiale relativamente nuovo, questa costante, benchè della massima importanza per le sue conseguenze, non risulta che sia ancora stabilita e potrà comunque essere dedotta da accer-

tamenti tecnici sperimentali e pratici, anche in relazione alla variabilità di resistenza unitaria di questo materiale che come rilevasi dagli esperimenti del Prof. Damusso del 1926 e dalle precedenti del Politecnico di Torino, presentano oscillazioni non trascurabili.

Per mettere meglio in evidenza l'importanza di detta costante e per un orientamento pratico della necessità di essa, che ha somma importanza nei riguardi autarchici, si sono tuttavia calcolate le allegate tabelle degli spessori per i diversi diametri dei tubi più comunemente usati secondo la formula suddetta, ed i risultati si sono raffrontati cogli spessori dei tubi in commercio, in base ai quali si potrà anche giudicare sui margini di garanzia di resistenza offerti dei singoli tipi di tubature e per i diversi diametri e nei diversi casi di pressione.

Nelle tabelle suddette non si sono presi in considerazione i tubi di cemento armato inquanto è evidente che per essi si può sempre ottenere la massima economia di materiali ferrosi inquanto il peso di ferro in essi impiegato, può sempre essere limitato al minimo richiesto dal calcolo e quindi inferiore a quello dei tubi interamente metallici.

Nei calcoli delle tubature in cemento amianto per analogia a quanto si pratica per le condutture metalliche si è tenuto conto del carico di sicurezza di questo materiale di 50 Kg. per cmq. pari ad $1/4$ del carico di rottura medio di Kg. 200 a cmq., riscontrato negli esperimenti del Professore Damusso nel 1926 e precedentemente dal Politecnico di Torino con risultati notevolmente inferiori.

Per il carico di sicurezza della ghisa si è tenuto conto di Kg. 300 per cmq. corrispondente ad $1/4$ del carico di rottura, di Kg. 1,200 per cmq. e per l'acciaio di Kg. 800 per cmq. corrispondente ad $1/4$ del carico di rottura di Kg. 3,200 per cmq.

La formula adottata per la determinazione dello spessore è quella sopracitata di uso normale;

$$s = \frac{1000 \times h \times d}{2 k}$$

dove h indica la pressione in metri, d il diametro metri e k il coefficiente di sicurezza pure per mq.

Vennero presi in considerazione per detti tubi le pressioni massime di 5,10 atmosfere inquanto essi sono le più comunemente in uso per le maggiori parte dei tubi in esame.

PRESSIONI FINO A 5 ATMOSFERE.

Diametro in m/m.	G H I S A		A C C I A I O		CEMENTO AMIANTO	
	S in mm. calcolato	S in mm. adottato	S in mm. calcolato	S in mm. adottato	S in mm. calcolato	S in mm. adottato
40	0,32	7,5	0,124	3	2	9
100	0,83	10	0,31	3,25	5	10
150	1,24	10,5	0,46	4,25	7,5	11
200	1,66	11,2	0,62	5	10	13
250	2,07	12	0,775	6,25	12,5	15
300	2,49	13,5	0,93	7,5	15	17

PRESSIONI FINO A 10 ATMOSFERE.

Diametro in m/m	G H I S A		A C C I A I O		CEMENTO AMIANTO	
	S in mm. calcolato	S in mm. adottato	S in mm. calcolato	S in mm. adottato	S in mm. calcolato	S in mm. adottato
40	0,64	7,50	0,25	3,00	4	9
100	1,6	10	0,625	3,25	10	11
150	2,4	10,5	0,937	4,25	15	14
200	3,2	11,2	1,25	5		
250	4	12	1,57	6,25		
300	4,8	13,5	1,80	7,5		

Dall'esame di dette tabelle si rileva che specialmente per pressioni elevate e per diametri grandi, gli spessori dei tubi di cemento amianto meritano caso per caso di essere calcolati in base al coefficiente di sicurezza per trazione di cemento amianto, mentre per le condutture metalliche gli spessori adottati in commercio presentano dei margini notevolissimi rispetto a quelli calcolati in base al coefficiente di sicurezza rispettivo al materiale impiegato.

Da quanto sopra emerge che indipendentemente dalle deficienze soprariportate, citate a solo titolo di chiarimento che il problema della resistenza dei tubi per se stessa può essere sempre risolta nei riguardi tecnici con piena sicurezza, calcolando caso per caso gli spessori delle tubature in relazione a tutti gli sforzi ai quali saranno assoggettate, tenendo conto del carico di sicurezza spettante al materiale impiegato riferito ad 1/ circa del carico di rottura.

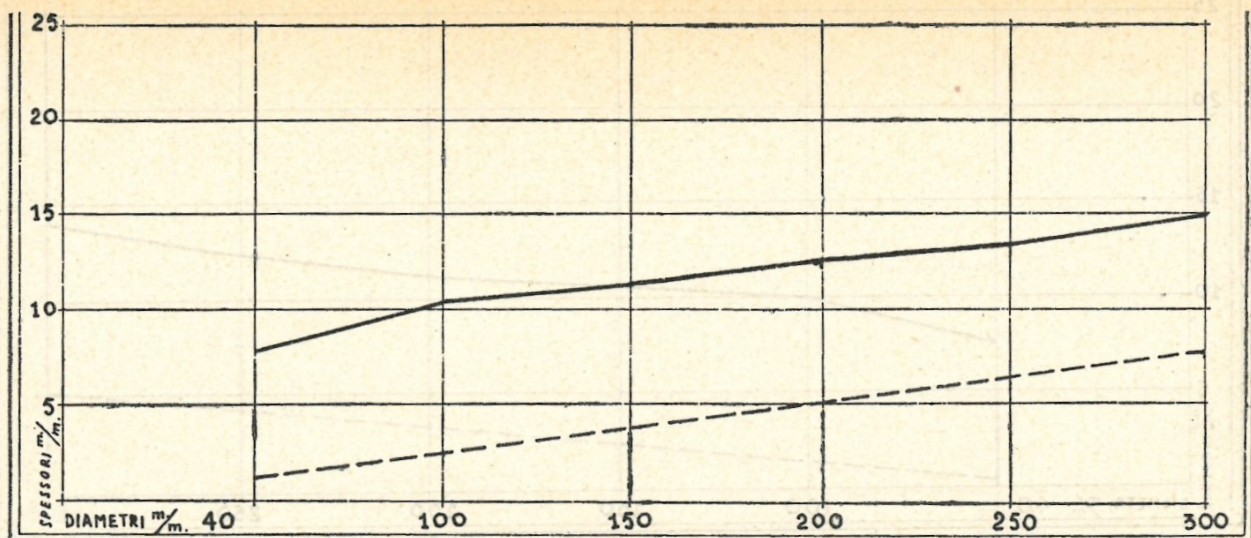


FIG. 1. - Tubi in ghisa fino a 5 atmosfere di pressione.
 — spessore di commercio - - - spessore risultante dal calcolo.

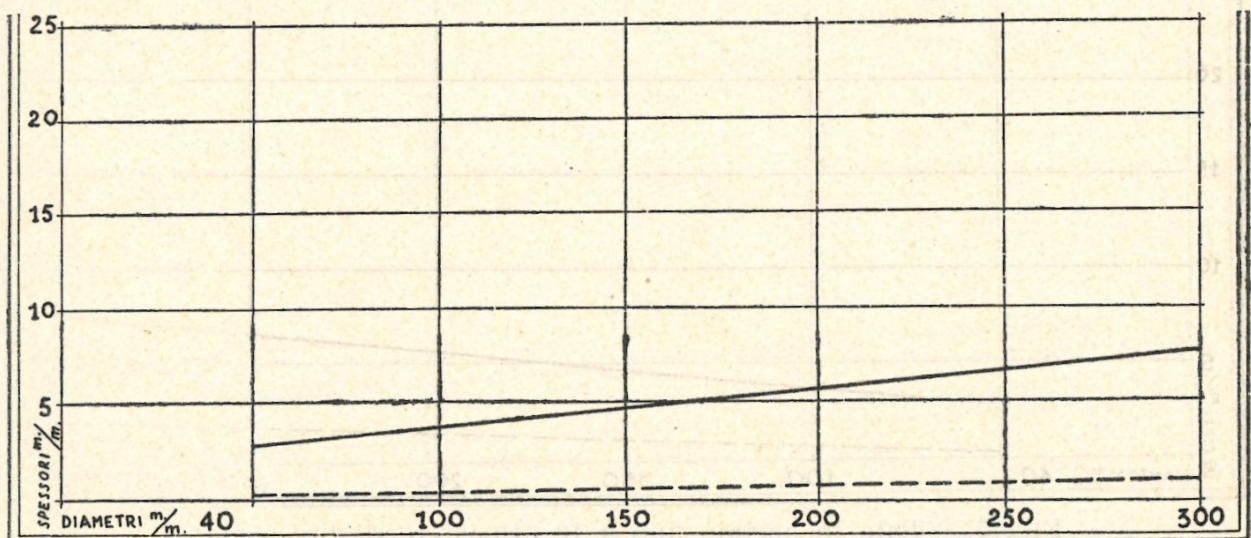


FIG. 2. - Tubi di acciaio fino a 5 atmosfere di pressione.
 — spessore di commercio - - - spessore risultante dal calcolo.

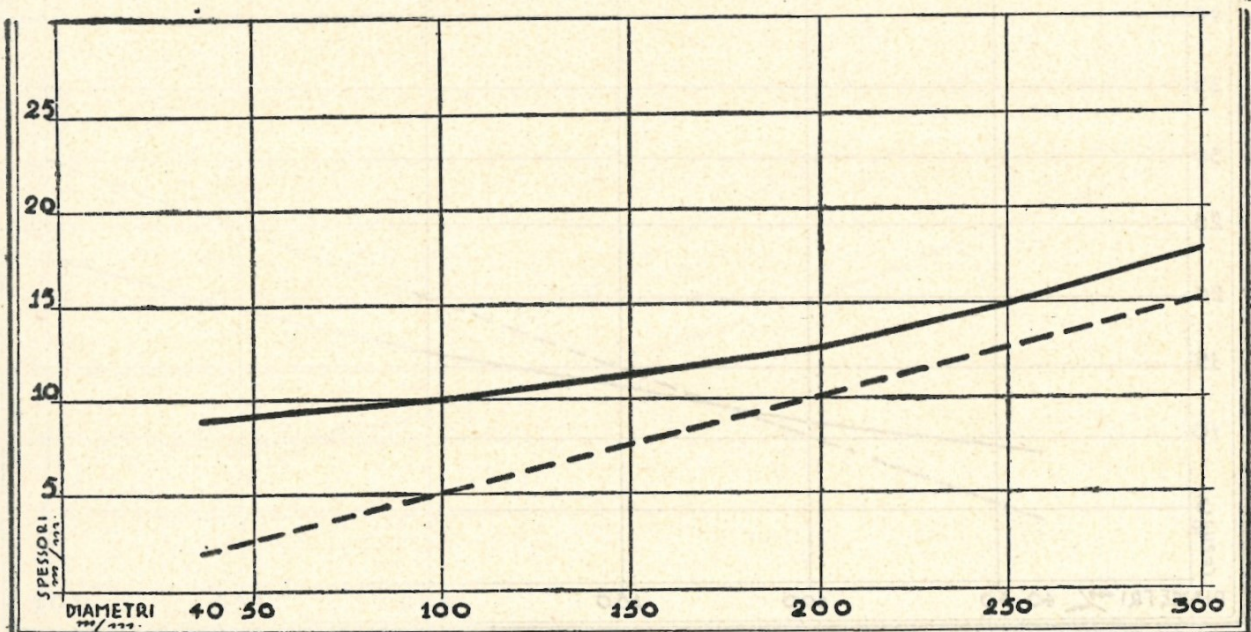


FIG. 3. - Tubi di eternit fino a 5 atmosfere di pressione.
 — spessore di commercio - - - spessore risultante dal calcolo.

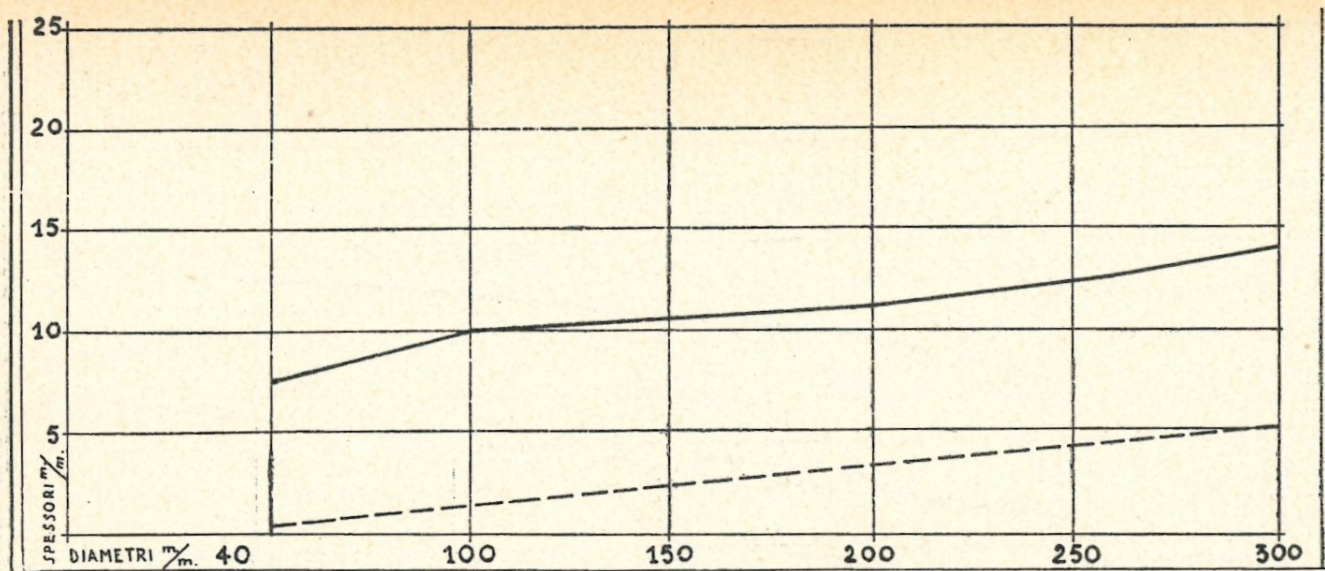


FIG. 4. - Tubi di ghisa fino a 10 atmosfere di pressione.
 — spessore di commercio - - - spessore risultante dal calcolo.

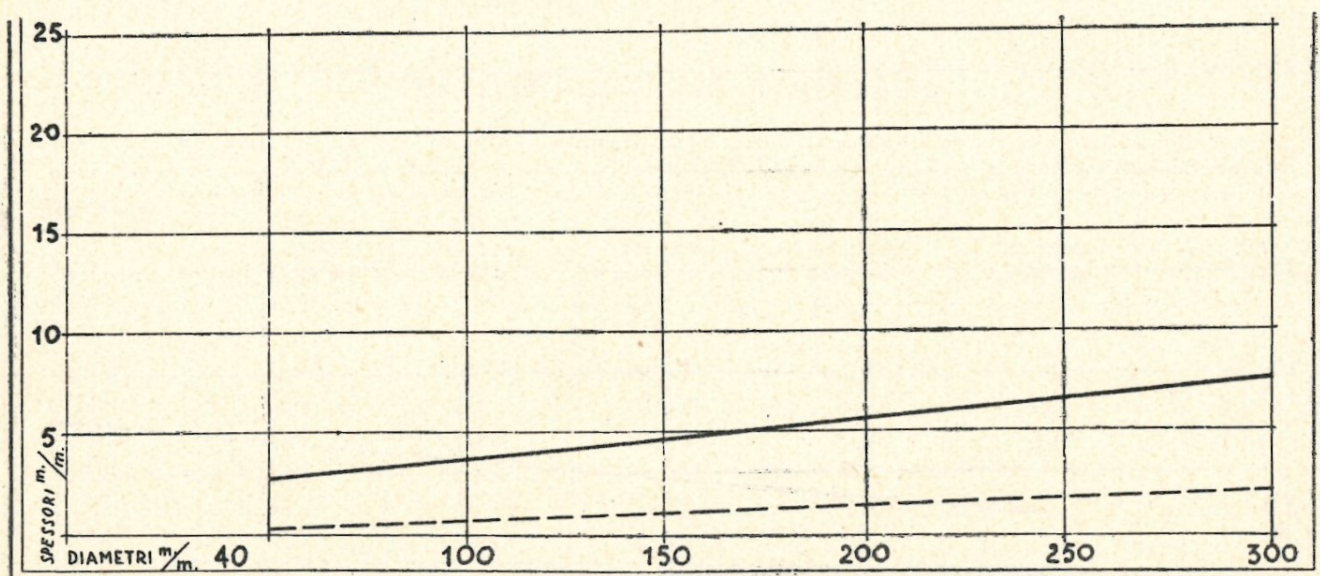


FIG. 5. - Tubi in acciaio fino a 10 atmosfere di pressione.
 — spessore di commercio - - - spessore risultante dal calcolo.

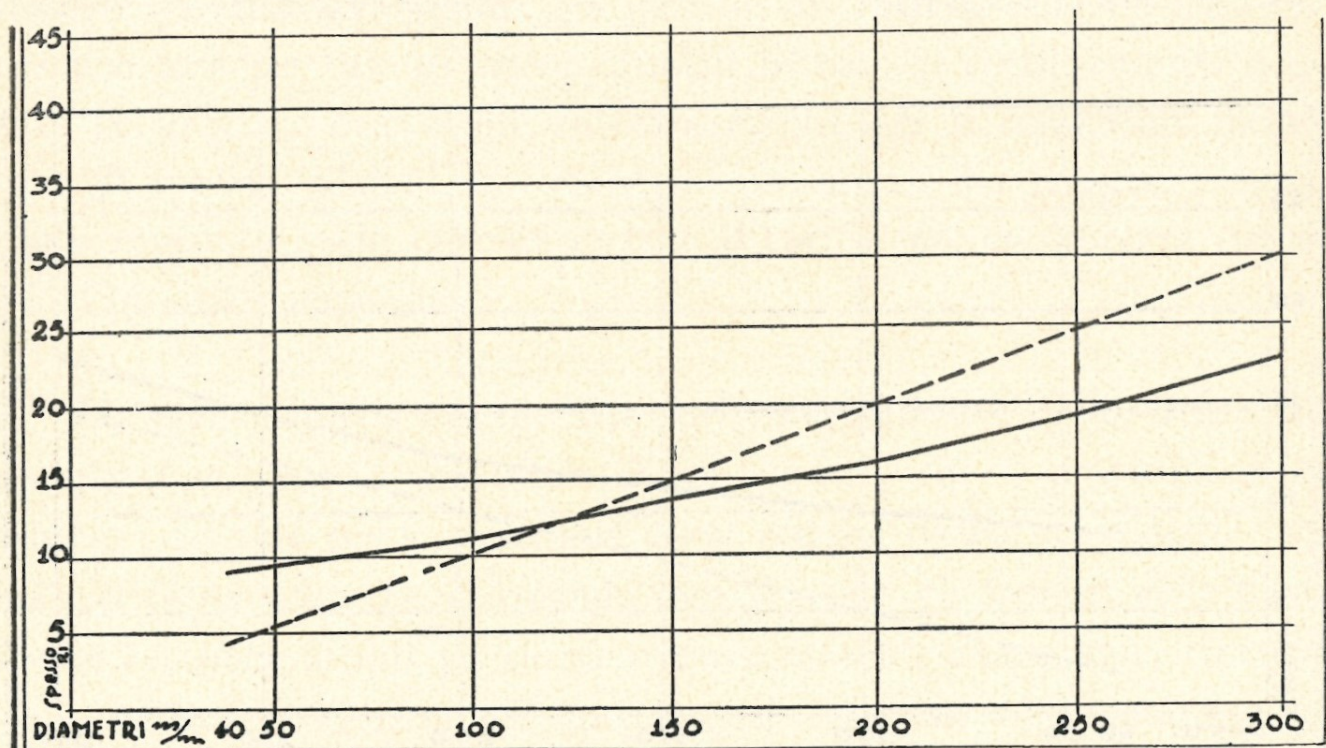


FIG. 6. - Tubi eternit fino a 10 atmosfere di pressione.
 — spessore di commercio - - - spessore risultante dal calcolo.

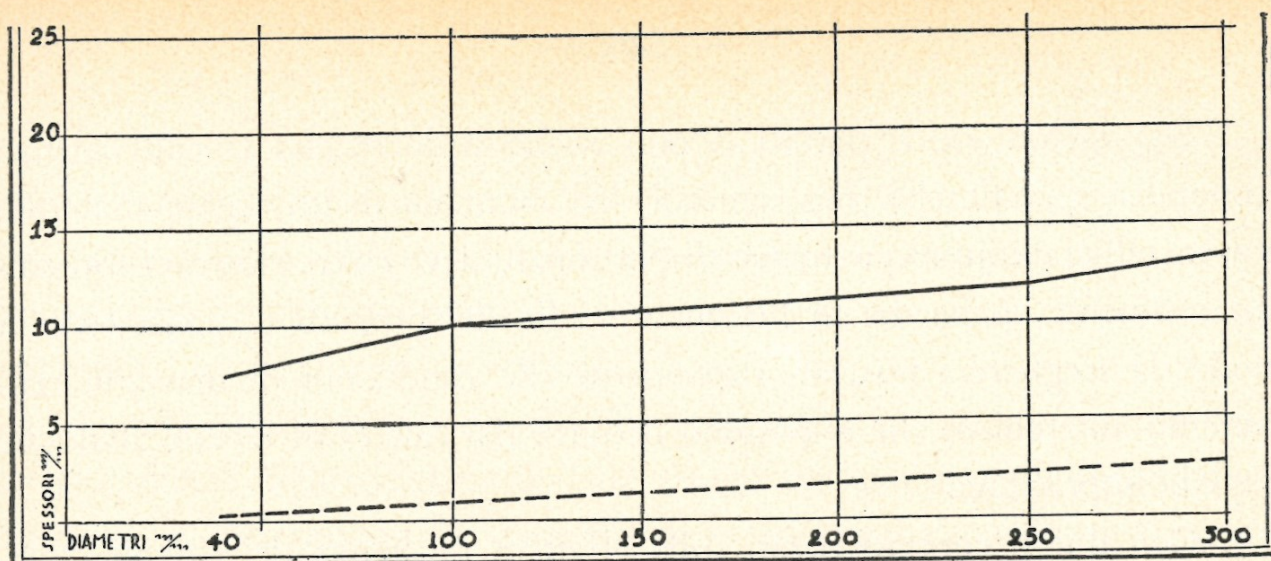


FIG. 7. - Tubi di ghisa fino a 15 atmosfere di pressione.

— spessore di commercio

- - - spessore risultante dal calcolo.

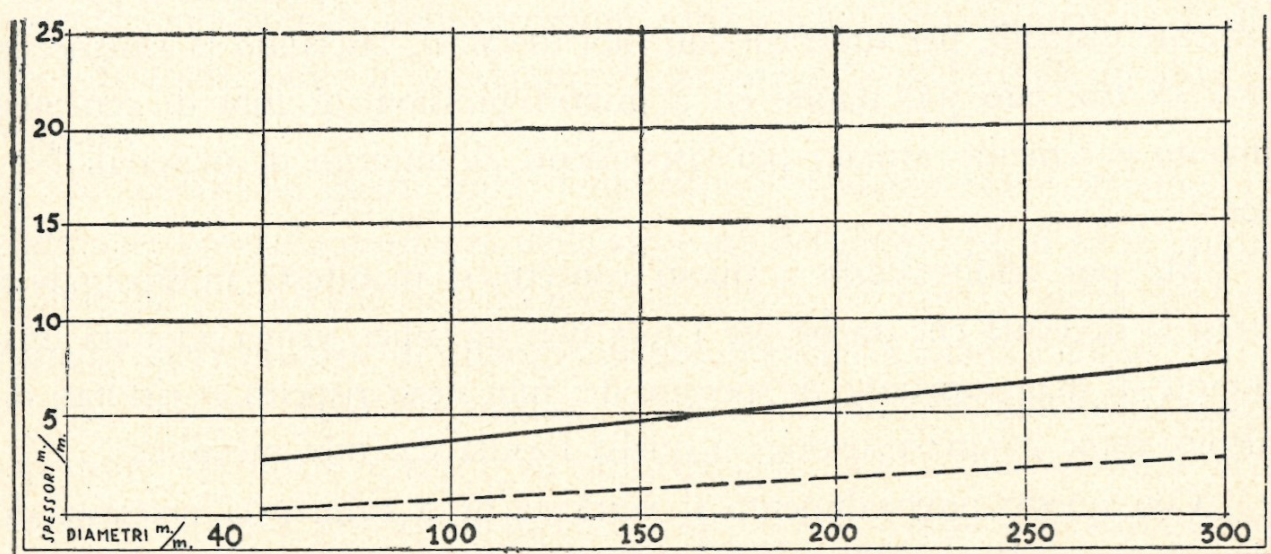


FIG. 8. - Tubi di acciaio fino a 15 atmosfere di pressione.

— spessore di commercio

- - - spessore risultante dal calcolo.

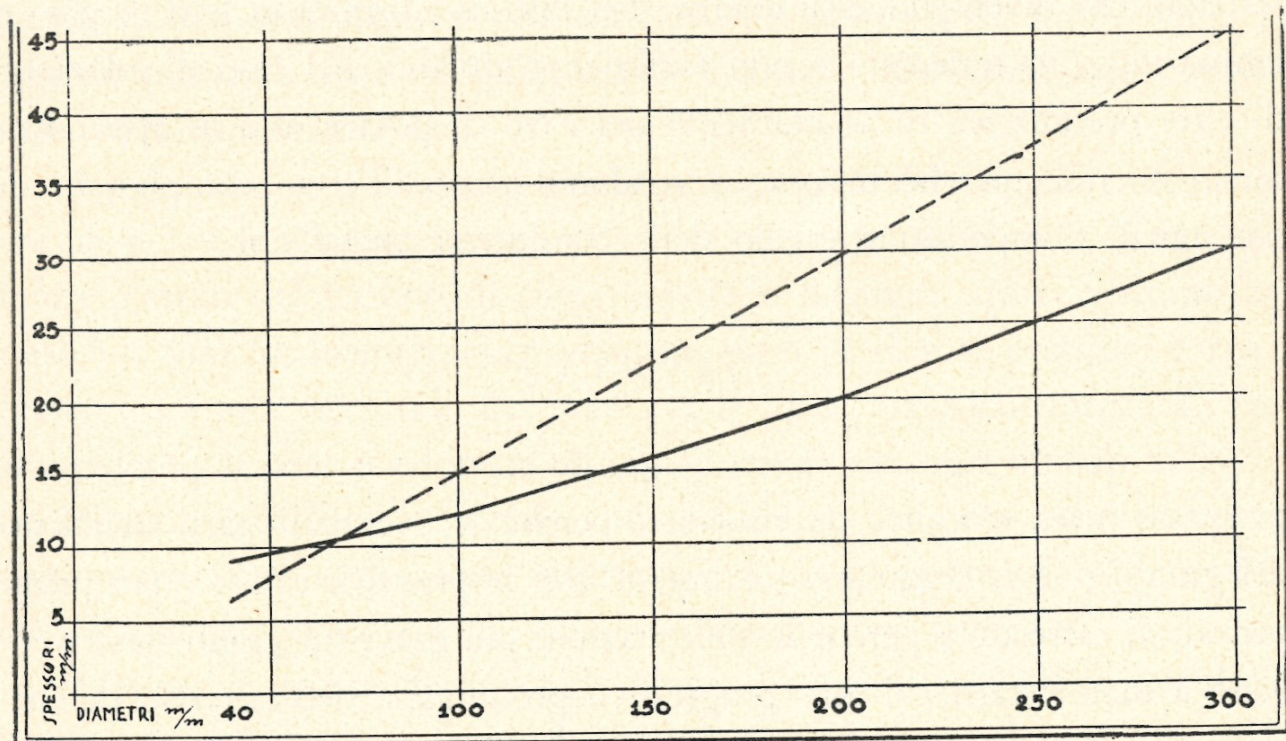


FIG. 9. - Tubi di eternit fino a 15 atmosfere di pressione.

— spessore di commercio

- - - spessore risultante dal calcolo.

Dai calcoli soprariportati si può anche dedurre che la convenienza economica specialmente nei riguardi dell'autarchia di impiegare materiali non metallici e comunque materiali Nazionali, deve essere ricercata contemporaneamente anche da un razionale studio dei progetti di acquedotti in modo da scegliere i tracciati rispondenti alle condizioni di massimo rendimento autarchico, che si possono dedurre dai calcoli di tabelle analoghe a quelle sopracitate.

Con questi concetti basati sulla effettiva resistenza dei singoli materiali nello studio dei progetti suddetti, si dovrà quindi tendere a limitare alla minima lunghezza i tratti più accidentati a forti pressioni e particolarmente instabili, per superarli con tubi metallici, lasciando la rimanente parte di tracciato più stabile ed a minori pressioni ai tubi di cemento amianto e cemento armato più rispondenti all'impiego di materiali Nazionali.

Ma pur addivenendo a questi concetti si manifesta indispensabile altresì la necessità che anche per i tubi non metallici, venga adottata una costante di maggiorazione di spessore dei tubi stessi rispetto ai risultati di calcolo, come garanzia analoga a quella fornita dai tubi metallici.

Con questo provvedimento si verrà anche a ridurre la necessità di adottare notevole parte delle precauzionali prescrizioni fatte dalle Ditte fornitrici per il collocamento in opera delle tubature non metalliche, prescrizioni che diventano assai onerose nel caso di adozioni di letti di posa e ammarraggi in muratura e non facilmente attuabili nel caso di adozione di altre precauzioni di adattamento del cavo di posa e solo in apparenza meno onerose, perchè in pratica rendono spesso il costo complessivo di essi uguali o superiori a quello delle condutture metalliche.

GIUNTI.

Per quanto riguarda invece il giunto tra tubo e tubo il problema si presenta meno semplice da risolvere, perchè le eventuali parti deficienti del giunto non si eliminano totalmente con le prove di carico e nei primi periodi di esercizio e perchè le sollecitazioni più gravi sui giunti stessi vengano a manifestarsi col loro progressivo prolungarsi dell'esercizio dell'acquedotto ed in misura non facilmente prevedibile.

Infatti con maggiore probabilità dopo un lungo funzionamento vengono a verificarsi rilassamenti di giunti per colpi d'ariete e per alterazioni del piano di posa delle condutture o per deficienza o spostamento degli ammassaggi dei tubi nei punti di cambiamento di direzione tanto in senso orizzontale quanto in senso verticale.

Questi rilassamenti sono alla lor volta causa di ulteriori progressivi deterioramenti delle condizioni della tenuta dei giunti e di infiltrazioni d'acqua che peggiorano la stabilità della sede della condotta provocando talvolta franamenti, slittamenti ecc.

Il movimento delle condutture nel cavo aggravano nei giunti le componenti longitudinali delle pressioni idrostatiche e piezometriche e dei colpi di ariete lungo le condutture in misura non prevedibile in sede di progetto.

E' ovvio che questi sforzi longitudinali debbono essere sostenuti in parte notevole dalla resistenza della struttura del giunto ed in parte imprevedibile dal terreno che ricalza e riveste il tubo nel cavo, a meno che non esistano opere murarie di imbrigliamento dei tubi di sicura stabilità.

E' evidente però che qualora le dette sollecitazioni dovessero essere sopportate da opere murarie di ammassaggio, senza una specifica resistenza del giunto, esse risulterebbero assai costose e non facilmente determinabili nè realizzabili con la necessaria stabilità, specialmente per piccoli tubi ed elevate pressioni, e la loro efficacia risulterebbe di assai problematica riuscita specialmente nell'interno degli abitati dove il sottosuolo è soggetto più facilmente ad infiltrazioni di acque superficiali, a manomissioni, vibrazioni intense ecc.

L'esperienza ed il calcolo dimostrano poi che non si può nemmeno fare un notevole affidamento specialmente per pressioni elevate, sulla resistenza d'attrito del terreno di copertura delle tubature, sia perchè questa resistenza può facilmente essere vinta nel caso di elevate pressioni e spostamenti dei tubi sul fondo del cavo per le cause precedentemente accennate, sia perchè essa può diventare assai limitata nel caso di terreni facilmente compressibili od in occasione di svuotatura del cavo stesso per prolungato scorrimento di acqua infiltratasi in esso, oppure per altre cause non facilmente prevedibili da un'esame sommario e generale.

L'entità di questi sforzi longitudinali dei giunti può essere calcolato caso per caso in base al tipo del giunto, alla pressione di esercizio, alla

soprapressione dei colpi di ariete ed ad una valutazione sommaria degli altri sforzi che possono prevenire da spostamenti nel cavo delle condutture adiacenti al giunto.

Ma per dare una sommaria idea dell'entità notevole di questi sforzi da tenersi presenti in via prudenziale di larga massima, si ritiene che possa interessare la seguente tabella che i Professori Gilbert e Mondon hanno dedotto da pratiche osservazioni e riportano nel loro trattato come base di calcolo per la resistenza longitudinale dei giunti nel caso delle pressioni più comuni inferiori alle 10 atmosfere allo scopo di garentire anche in casi difficili una sicura tenuta.

Diametri interni del bicchiere in m/m	Sforzo longitudinale in kg. per cm. di sezione	Diametri interni del bicchiere in m/m	Sforzo longitudinale in kg. per cm. di sezione
40 : 135	40	350 : 500	25
150 : 175	35	600 : 700	20
200 : 300	30		

Nelle tabelle suddette è tenuto presente che per piccoli diametri la resistenza del terreno è notevolmente minore.

Messa in evidenza la notevole importanza di detti sforzi giova notare che lo spostamento delle condutture nel cavo di posa, rispetto al loro andamento rettilineo, per le ragioni sopracitate, è evidentemente ancora più facilitato nel caso di impiego di tubature collegate da giunti molto mobili, pechè con essi si rende facilmente possibile la deviazione dell'andamento rettilineo di origine a causa dello scorrimento del tubo rispetto al giunto che permette un allungamento della condotta.

La simultaneità di questi movimenti provocano l'allungamento della condotta e la formazione di piccole curve in senso orizzontale o verticale le quali generano sollecitazioni inclinate rispetto al giunto, le quali alla lor volta crescono progressivamente coll'accentuarsi della curva fino a provocare in qualche caso lo sfilamento del giunto oppure la rottura del tubo sotto la sollecitazione di intensi colpi di ariete, specialmente se i terreni circostanti risultano non cedevoli omogeneamente.

Nel caso di terreni più elastici capaci di reazioni a detti temporanei sforzi e di andamento rettilineo, il giunto può anche tendere a riprendere

alternativamente la propria posizione provocando il rotolamento delle gomme sul tubo.

Il presentarsi di questi sfilamenti in determinate condizioni di natura e consistenza ed umidità dei terreni attraversati dalle condutture, di andamento planimetrico ed altimetrico e di pressione delle condutture stesse, hanno spesso richiamata l'attenzione dei tecnici preposti ai lavori i quali hanno provveduto a limitare le conseguenze con ammarraggi in muratura

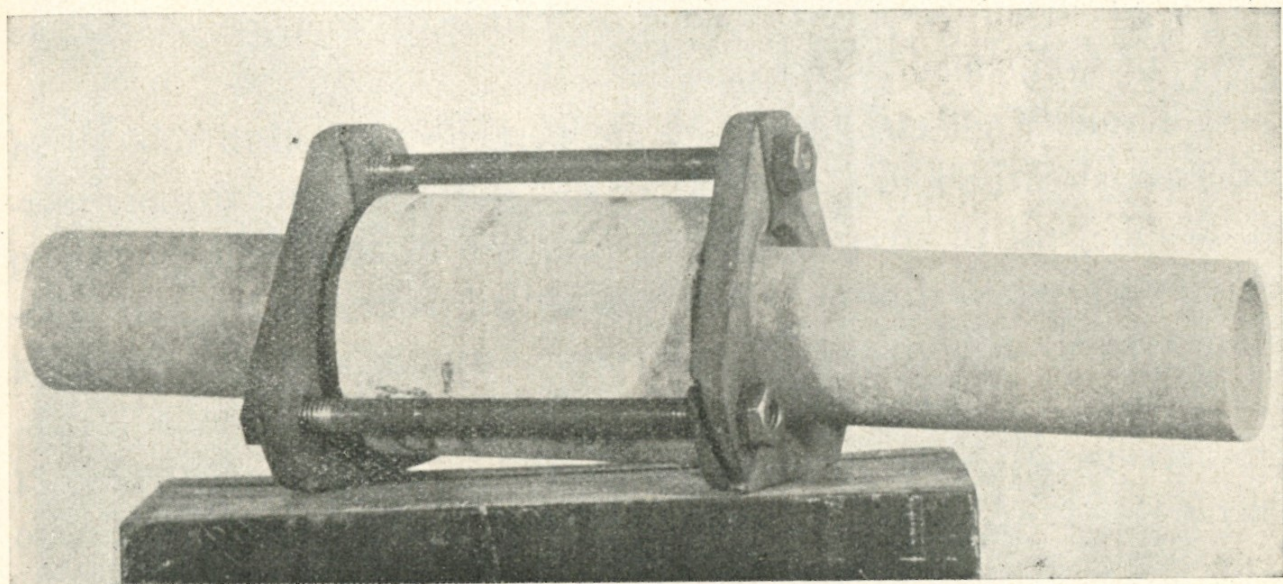


FIG. 10. - Dispositivo adottato per migliorare la tenuta del giunto Simplex.

nel terreno circostante alle tubature talvolta assai costosi e problematici oppure con speciali dispositivi tendenti a rendere solidali i tubi col giunto di unione.

Merita tra questi di essere ricordato il dispositivo illustrato in figura il quale può in qualche caso essere impiegato a miglioramento della tenuta di giunti Simplex colleganti tubature in cemento amianto in terreni accidentati e che raggiunge anche lo scopo di impedire la fuoruscita degli anelli di gomma del manicotto nel caso di sollecitazioni dovuti a colpi di ariete, a forti pressioni ecc.

La necessità di speciali riguardi per la fragilità dei materiali e della regolarità di comportamento dei giunti si può anche arguire dalle speciali norme date dalle fabbriche costruttrici interessate, nelle istruzioni di montaggio di recente data, le quali sono basate sull'esperienza dei risultati precedentemente ottenuti.

Emerge quindi dagli elementi di fatto e di calcolo sopra esposti che mentre il problema della resistenza delle tubature non metalliche può ritenersi risolvibile con attenta revisione degli spessori, accurata fabbricazione e scelta opportuna dei tracciati in sede di progetto e di lavoro, il problema della sicurezza della tenuta dei giunti, specialmente nei riguardi igienici, deve ancora essere accuratamente studiato perchè i pericoli da esso dipendenti possono diventare incalcolabili con lo impianto di condutture a pressioni più elevate, in terreni poco stabili e specialmente nell'interno degli abitati dove l'oscillazione dei carichi piezometrici e le cause di inquinamento sono più probabili.

Gli studi e gli esperimenti sul comportamento di detti tubi ed in modo speciale delle loro giunzioni, per riprodurre i fenomeni soprariportati, manifestatisi ed accertati durante l'esercizio di acquedotti, purtroppo non possono praticarsi su acquedotti esistenti ed in esercizio, perchè i singoli movimenti delle condutture non possono seguirsi allorchè le condotte sono interrate ed inoltre perchè dette prove ed esperimenti, non potrebbero avvenire senza disturbare i rifornimenti idrici degli abitati e senza generare condizioni favorevoli a pericolosi inquinamenti e senza dar luogo a molesti allarmi nella popolazione servita dalle condutture in esperimento.

Gli studi suddetti sono stati perciò organizzati e condotti sistematicamente dall'Istituto di Sanità Pubblica dal 1936 nei Laboratori di Ingegneria Sanitaria colla collaborazione degli altri reparti interessati.

ESPERIENZE.

Per orientare le esperienze ed un pratico riferimento i base alle finalità minime da raggiungere colle tubature non metalliche, nei riguardi della ermeticità e della resistenza allo sfilamento dei giunti, si è ritenuto conveniente iniziare gli esperimenti relativi ai detti requisiti, con tubi di ghisa a cordone e bicchiere, con giunto adatto per pressioni di esercizio inferiori alle 10 atmosfere, allo scopo di impostare gli esperimenti e gli studi successivi sui giunti delle condutture non metalliche, su risultati pratici indiscutibilmente già realizzati colle condutture metalliche, colle quali esse dovrebbero gareggiare.

Per lo stesso concetto il giunto fra i due tubi di ghisa è stato costituito nel modo più comune con riempimento della prima metà del bic-

chiere con corda catramata, fortemente pressata, e per la rimanente parte con piombo fuso incalzato e ribattuto in modo da ottenere una regolare tenuta.

Per uniformità e semplicità di confronto nel comportamento dei diversi giunti lo studio è stato limitato alla capacità di resistenza di essi agli sforzi longitudinali nella direzione dell'asse del giunto, nel senso dello sfilamento, nella considerazione che la resistenza del giunto nel senso tra-

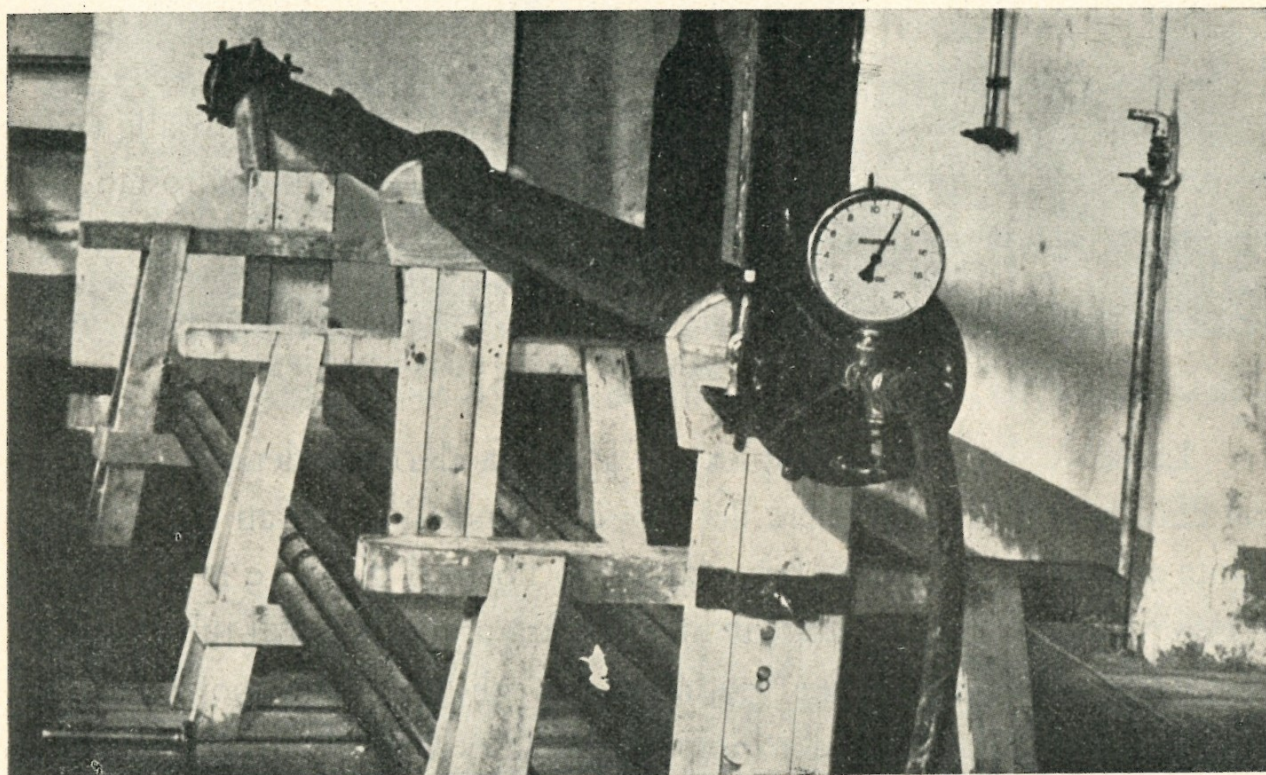


FIG. 11. - Prova a pressione di 12 atmosfere, agli sforzi longitudinali di un giunto a bicchiere per tubi di ghisa da mm. 100.

sversale, si può ritenere sempre raggiungibile con adeguati spessori con tutti i principali tipi di giunto attualmente in uso.

Inoltre le prove stesse si sono limitate in massima parte a pressioni idrostatiche mantenendo i tubi chiusi ermeticamente alle testate, mediante fondelli di metallo, per lasciare completamente libero il giunto e le testate dei tubi connesse dal giunto, come risulta dalla figura.

La pressione idrostatica di esperimento si è considerata come risultante totale di ogni sforzo longitudinale secondo l'asse del giunto e cioè come comprensiva della pressione di esercizio, delle soprapressioni per colpi d'ariete, delle componenti longitudinali per andamento sinuoso delle condutture nel senso orizzontale e verticale, oppure per cedimento degli

ammarraggi dei tratti in curva, ed infine anche come comprensiva della componente longitudinale in senso contrario derivante dagli sforzi resistenti allo sfilamento, dovuto all'attrito fra le condutture ed il terreno circostante.

Negli stessi esperimenti per analogia alle condizioni medie di impianto, le condutture si sono mantenute inclinate rispetto all'orizzontale.

TUBI DI GHISA.

Come si rileva dall'allegata fotografia i tubi di ghisa chiusi alle testate e completamente liberi nel giunto, provati alla pressione idrostatica di atmosfere 12, non hanno dato luogo nè a perdite nè a sfilamento alcuno.

TUBI DI CEMENTO AMIANTO CON GIUNTO SIMPLEX.

La prova del giunto Simplex per analogia alla precedente è stata fatta con chiusura alle testate libere dei tubi con fondelli assicurati sul tubo mediante collarini e tiranti in ferro lasciando libero il giunto e le due testate in esso innestate, come precedentemente si era praticato per il tubo di ghisa.

Allo scopo di seguire gradualmente gli eventuali movimenti del giunto e delle testate dei tubi innestati, senza permettere il completo sfilamento, in prossimità del giunto su ciascuno dei due tubi venne fissato un collare di ferro stretto fortemente al tubo portante due piccoli bracci apposte con foro passatore verso l'estremo.

I due collarini sono stati poi fra di loro collegati mediante due tiranti infilati nei detti fori passatori regolabili a vite in modo da permettere gradualmente gli eventuali spostamenti longitudinali senza raggiungere il completo sfilamento.

Sui due tubi sono state fissate anche due asticine verticali e sul manicotto una striscia graduata per rendere più facilmente apprezzabile il movimento reciproco delle due testate dei tubi rispetto al manicotto di connessione di essi.

Con sistema analogo si sono esperimentati tubi in cemento amianto con giunti Gibault, e tubi di Fibronit a bicchiere con anelli di gomma e di piombo.

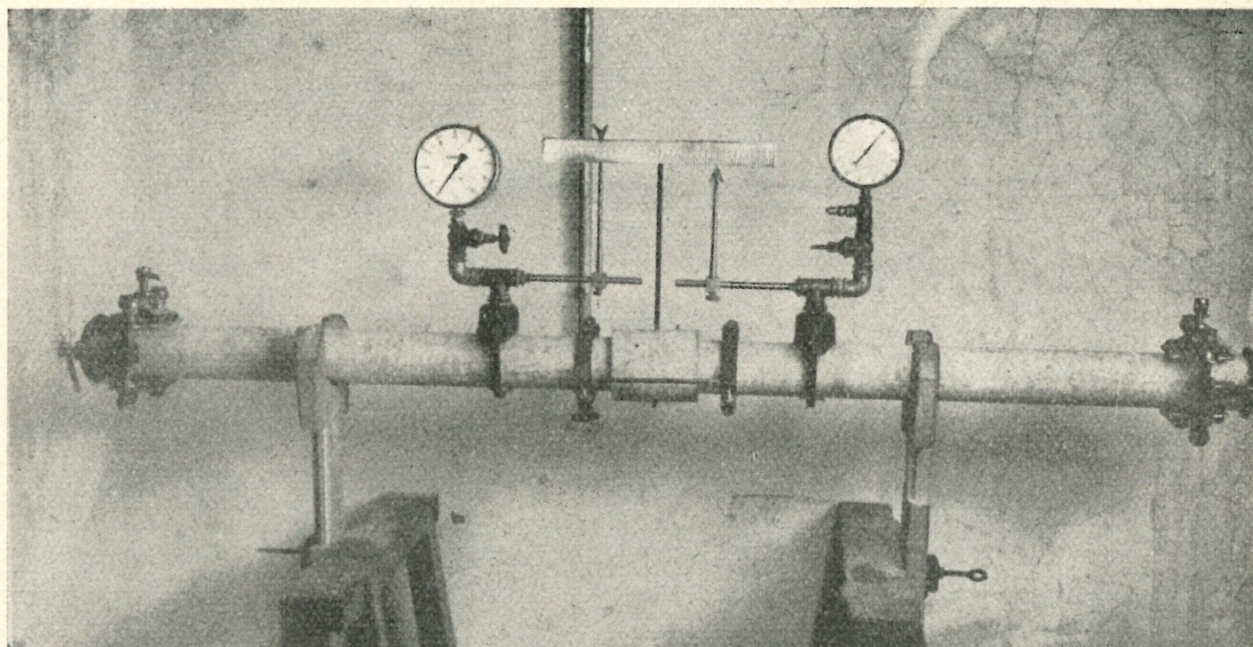


FIG. 12. - Dispositivo per la prova del giunto Simplex agli sforzi longitudinali.

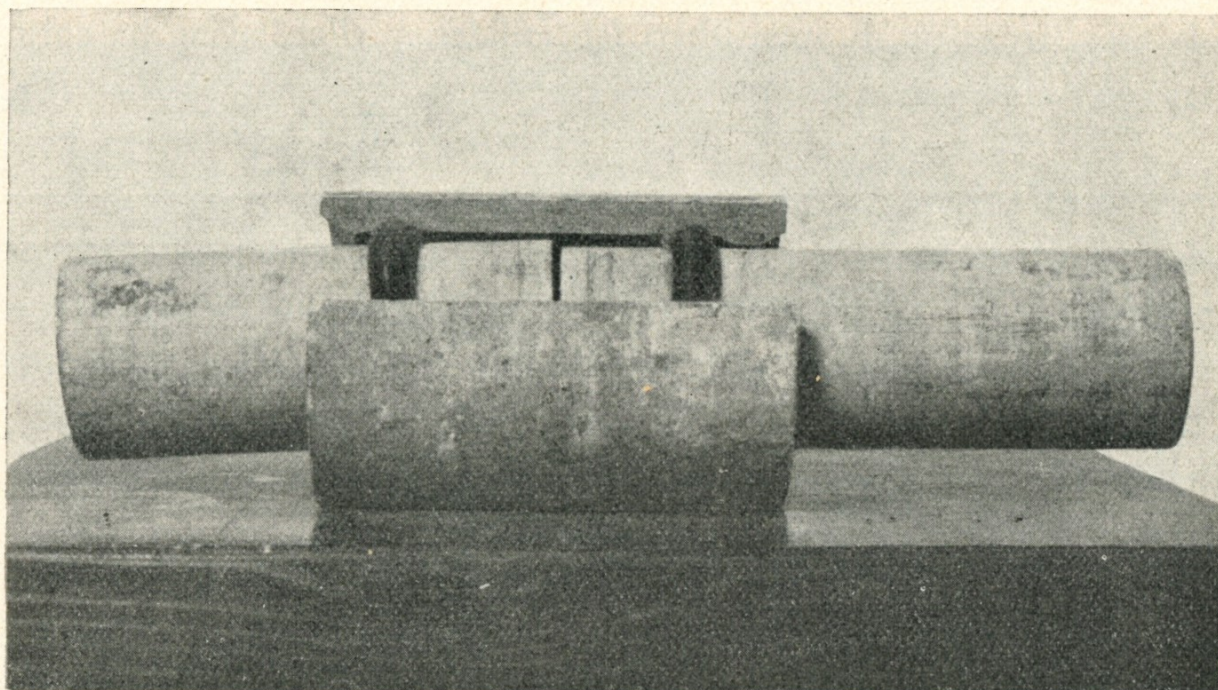


FIG. 13. - Giunto Simplex in eternit (sezionato).

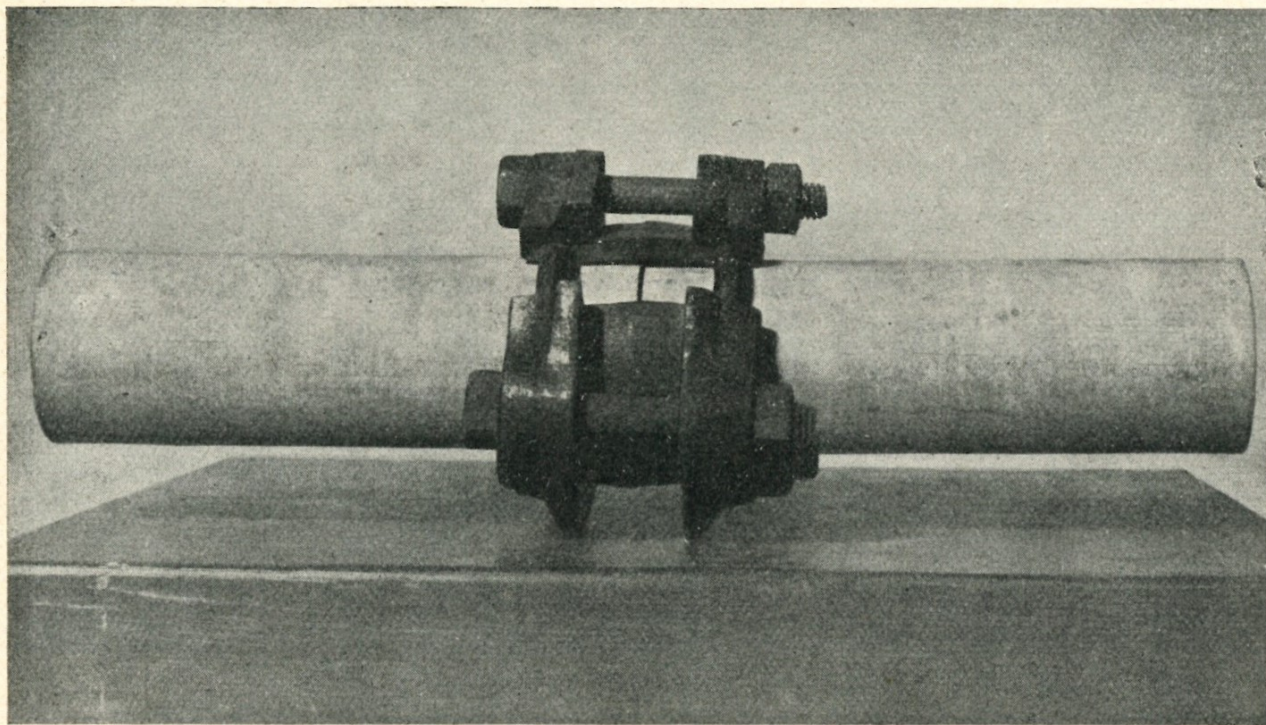


FIG. 14. - Giunto Gibault per tubi in eternit (sezionato).

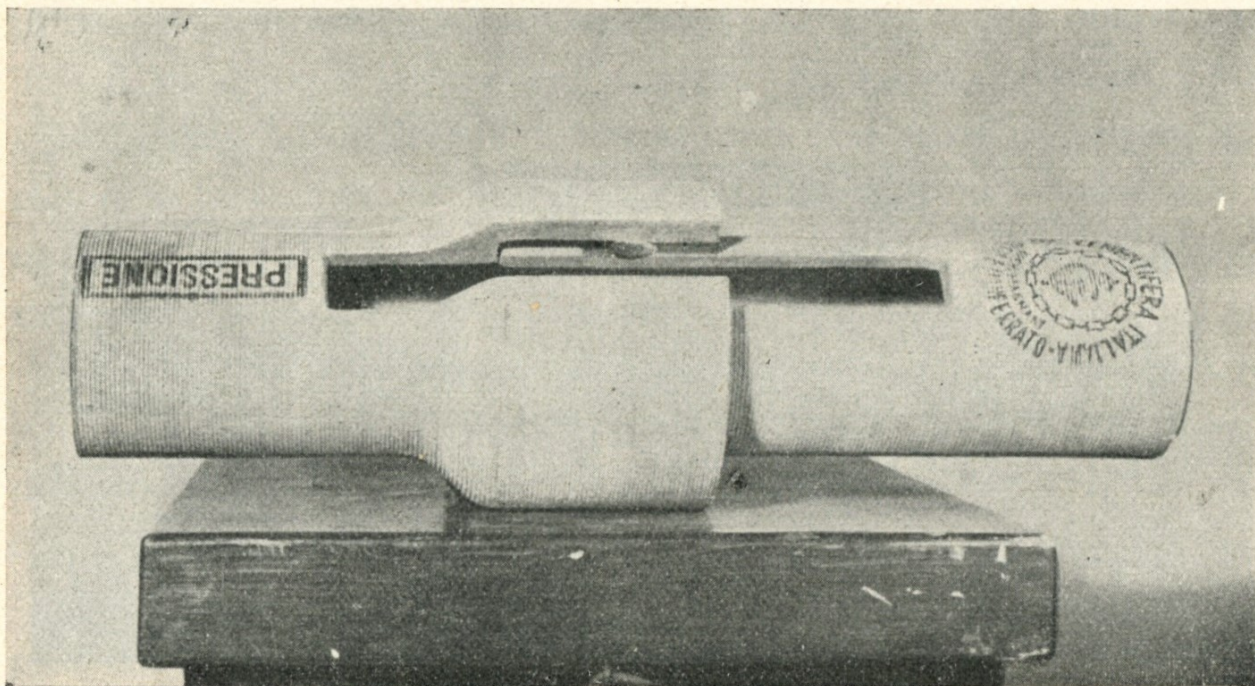


FIG. 15. - Tubi Fibronit con giunto a bicchiere (sezionato).

La resistenza di tutti i giunti suddetti agli sforzi longitudinali si è dimostrata sempre molto inferiore a quella del tubo di ghisa.

Le esperienze stesse dimostrano che mentre i giunti a cordone e bicchiere di ghisa con corda catramata e piombo ribattuto a rifiuto, senza essere interrati o comunque frenati nei loro movimenti, resistono a sforzi longitudinali di trazione superiore a 12 atmosfere per i quali sono destinati senza dar luogo a perdita o movimento alcuno, invece i giunti più comunemente usati per le condutture non metalliche anche a bicchiere con anelli di gomma tipo Somzè, Gibault ecc. nelle stesse condizioni di posa non ofrono le stesse garenzie.

Questa resistenza così riscontrata può essere caso per caso facilmente calcolabile per i diversi diametri, tenendo presente che la resistenza allo sfilamento dei tubi dal giunto è proporzionale alla larghezza della superficie dell'anello di gomma, che abbraccia il tubo, allo sforzo di compressione esercitata su di esso dall'apparecchio metallico Gibault e dal coefficiente di atrito fra gomma ed Eternit. Ma è anche da tenere presente che l'entità di questa resistenza può essere ridotta dal limite di elasticità della gomma che se eccessivamente compressa fra gli anelli si trincia o si deforma ed anche dalla variabilità del coefficiente di atrito nel caso che la gomma sotto gli agenti atmosferici e del terreno riduca sulla superficie le sue proprietà di adesione sul tubo.

Le deficienze risultanti dagli esperimenti di laboratorio, hanno però già avuto nella pratica costruttiva degli acquedotti piena conferma nella limitazione verificatasi nell'uso dei singoli tipi di condutture e di giunti a seconda delle speciali esigenze degli acquedotti stessi.

Infatti è facile rilevare che da lunghi anni i tubi di ghisa ed acciaio a cordone e bicchiere con guarnizioni di corda catramata e piombo hanno la più larga applicazione nelle condutture a pressioni elevate e di carattere permanente, mentre le condutture di ghisa od acciaio con giunto Somzè o Gibault o simili con guarnizioni di gomma del tipo di quelli delle condutture non metalliche, specialmente all'estero hanno continuato ad avere applicazione soltanto nelle condutture di carattere provvisorio e soggette a limitate pressioni, e ciò nonostante che il coefficiente di atrito fra gomma e ghisa sia superiore a quello che si verifica fra gomma e cemento amianto e nonostante che la superficie del tubo di ghisa non sia facilmente levigabile con l'alternativo scorrimento dell'anello di gomma

su di esso, come più facilmente avviene nelle condutture non metalliche costituite da materiale meno duro.

Se la stessa applicazione di giunto a piombo ribattuto non è avvenuta per le condutture non metalliche ciò è evidentemente dovuto al fatto che per queste tubature non è possibile la battitura del piombo per la limitata resistenza unitaria del materiale che le costituiscono.

Se anche nella pratica si possono citare numerosissime applicazioni che non hanno palesemente dimostrato le deficienze dei giunti di tipo Somzèe e Gibault e simili nei riguardi dello sfilamento, è da rilevare che dette deficienze vanno decrescendo col ridursi delle pressioni di carico delle condutture, col crescere dell'attrito nel terreno e del peso delle tubature, colla solidità del terreno di posa e colla importanza e numero degli ancoraggi dei punti più delicati delle condutture.

Si potrebbe quindi con ciò spiegare come numerose condutture precedentemente costruite in queste più facili condizioni di esercizio non abbiano richiamato l'attenzione sulle deficienze più sensibilmente e facilmente osservabili invece in laboratorio dove le tubature non sono coperte dalla terra, la quale molte volte cela e rende incomprensibili le vere cause di molte deficienze.

Ciò spiega anche come fra le tubature non metalliche dei diversi tipi, in linea di massima vengono a trovarsi in migliori condizioni le condutture in cemento armato le quali sono soggette a minori pressioni, hanno maggiore peso proprio e diametro e offrono maggiore resistenza quindi allo scorrimento lungo il terreno che le circonda nel cavo.

Ma la necessità di tutelare una sicura tenuta dei giunti, specialmente nei riguardi igienici, non può tollerare condizioni aleatorie di questo essenziale requisito, specialmente se per l'avvenire si dovranno adottare queste tubature non metalliche a pressioni più elevate e condizioni di tracciato meno favorevoli e nell'interno degli abitati, ove le cause di inquinamento possono essere notevolissime.

Ne deriva da ciò la necessità di indagare se la tecnica moderna delle condutture per acqua potabile possa offrire qualche direttiva per affrontare il problema di una tenuta di giunti più sicura anche per i giunti non metallici.

A conforto di questa necessità è da rielvare che anche nello stesso campo delle condutture metalliche a cordone e bicchiere con guarnizione di corda catramata e piombo, non ostante la superiorità di tenuta di essi rispetto agli altri tipi, la tendenza a migliorare la ermeticità è stata una preoccupazione costante dei tecnici, e ciò sempre allo scopo di ridurre i pericoli igienici, il volume giornaliero delle acque di perdita dei giunti che riducono talvolta notevolmente la dotazione idrica degli abitati, ed anche

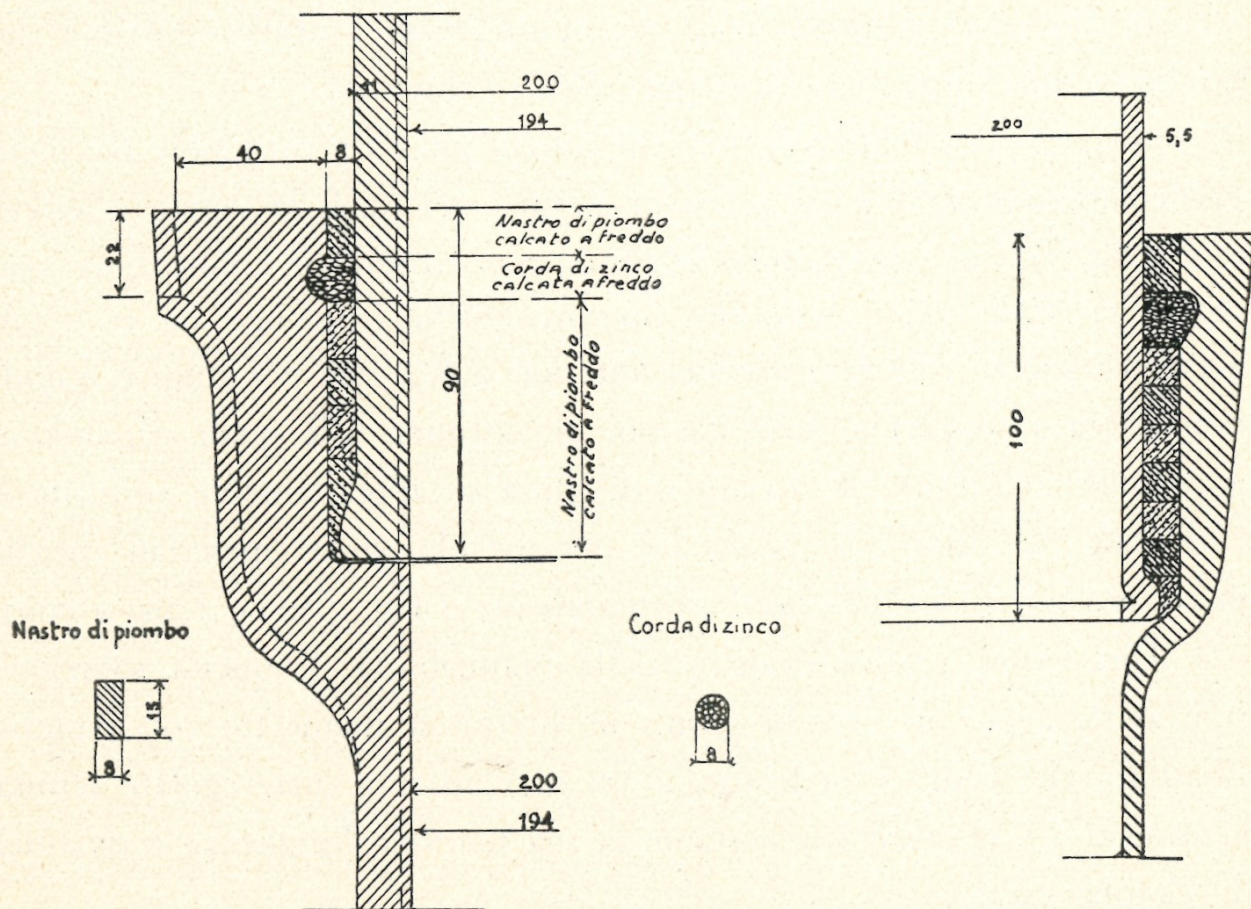


FIG. 16. - Giunto Siena od Italiano per tubi di ghisa o di acciaio.

per evitare infiltrazioni di acque nel sottosuolo le quali sono spesso le cause precipue dei movimenti e dei dissesti della sede delle condutture.

Un grande e geniale miglioramento in detto tipo di giunto è stato ideato ed ottenuto dall'Illustre Prof. Ing. Luciano Conti con una prima applicazione nello acquedotto di Siena, estesa poi in altri acquedotti a pressioni elevate e magistralmente illustrata in pubblicazioni diverse dal Dott. Ing. Roberto Colosimo.

Questo nuovo sistema è caratterizzato dalla abolizione della corda catramata di tenuta e del piombo fuso e la sostituzione di questi elementi con nastro di piombo di circa mm. 8×15 ribattuto spira per spira in

modo da ottenere una sicura e costante compressione del piombo in tutta l'altezza del giunto il che non è mai possibile realizzare con la battitura del piombo fuso se non per una piccola profondità del giunto

Inoltre con questo tipo la lunghezza del giunto è ridotta, la sagoma del bicchiere è razionalmente modificata a questo scopo.

Per pressioni superiori a Kg. 16 il giunto stesso è poi anche completato da un anello di corda di filo di zinco, o di filo di ferro per i tubi in acciaio, anch'esso ribattuto spira per spira presso l'incavo superiore del bicchiere, allo scopo di rendere più solidali i due tubi.

Appare però evidente che anche questo giunto a cordone e bicchiere particolarmente adatto per pressioni elevate, nei quali la tenuta è assicurata dalla battitura del piombo a rifiuto, non troverebbe applicazione con pratici risultati nelle condutture non metalliche, costituite da materiali aventi carichi di rottura a trazione inferiori a Kg. 200 per cmq. e quindi non adatti a sopportare sollecitazioni di battitura, alle quali rispondono appena le condutture di acciaio e di ghisa se appositamente costruite e rinforzate nei punti più sollecitati, pur avendo questi materiali carichi di rottura a trazione superiori rispettivamente a Kg. 3.200 e 1.200 a cmq.

Una prova pratica evidente della inattuabilità di questa soluzione si è avuta anche nei vecchi giunti in Eternit a manicotto con piombo ribattuto, che come si vede figura 17, non assicura una regolare tenuta nemmeno a 6 atmosfere nonostante la sua notevole lunghezza e quantità di piombo colato.

Riconosciuto così che le tubature non metalliche per la limitata resistenza alla trazione del materiale che le costituiscono non possono permettere la adozione di giunti con tenuta a base di piombo comunque ribattuto, si è dovuto ricorrere a studi ed esperimenti per la ricerca e dispositivi di giunzioni diversi, tendenti ad abolire qualsiasi battitura.

Inoltre tenuto presente che fra le condutture non metalliche quelle in cemento amianto tendono per la loro praticità a sostituirsi a quelle metalliche, specialmente nel caso di piccoli diametri e pressioni medie di esercizio degli acquedotti più comuni, si è cercato di procedere allo studio di un nuovo dispositivo di giunto prevalentemente adatto a questo tipo di condutture.

Dopo numerosi studi, esperimenti e confronti sul comportamento dei giunti con gomma in uso attualmente ed in passato anche per i tubi di ghisa quali i tipi Turquet, Petit e Lavril, si è venuti nel convincimento della convenienza di ricorrere per la tenuta ad una guarnizione di gomma ma con sede ben determinatane soggetta a sola compressione per evitare stiramenti, scorrimenti ecc. non bene determinabili e che possono facilmente superare i limiti di elasticità della gomma impiegata e rendere precaria la tenuta del giunto.

Si è poi dato la preferenza allo studio di un giunto a manicotto perchè questo sistema non crea vincoli nella costruzione del tubo, assicura una doppia elasticità rispetto a quella del tubo a bicchiere, evita la difficoltà della costruzione di un omogeneo raccordo fra tubo e bicchiere e rende infine possibile l'aumento dello spessore del solo manicotto in base ai maggiori sforzi che esso deve sopportare, senza vincolare la costruzione del tubo.

Come collegamento fra i due tubi consecutivi ed il manicotto si è data la preferenza al piombo o ad una lega a base di piombo, per la facilità di impiego, per la sicura durata in qualsiasi terreno di posa, per la possibilità di riutilizzazione del materiale fuso nel caso di rifacimento del giunto, per la adattabilità a piccoli cedimenti ed infine per il fatto che il piombo è un materiale in buona parte di produzione Nazionale.

Per avere la più ampia garanzia igienica della ermeticità del giunto la disposizione e la forma della gomma si è studiata nel concetto di assicurare la più assoluta tenuta anche nel caso di depressioni della condotta e di sopratensioni longitudinali nel giunto dovute a colpi di ariete, cedimenti del cavo di posa ecc.

Dopo vari studi, tentativi ed esperimenti sulle basi sopraesposte si è concretato il giunto sottodescritto fancendo un primo adattamento a tubi in Eternit con giunto Simplex della Società Eternit.

A questo scopo nei due tubi da unire, prescelti per il diametro interno di cm. 8 si sono creati due scanalature trasversali al tubo profondi mm. 2 circa della larghezza di mm. 10 e due scanalature analoghe nel manicotto di giunzione in modo da far corrispondere in massima, a giunto montato con l'interposizione della gomma, le scanalature del tubo con quelle del manicotto.

Si sono poi collegati i due tubi fra di loro interponendo nelle testate l'anello di gomma indicato in figura con la sezione a T.

Nediente i tiranti pure indicati nella figura allegata si sono stretti i due tubi fra di loro con la interposizione dell'anello di gomma, in modo da mantenere le testate dei tubi fermamente aderenti all'anello di gomma stesso.

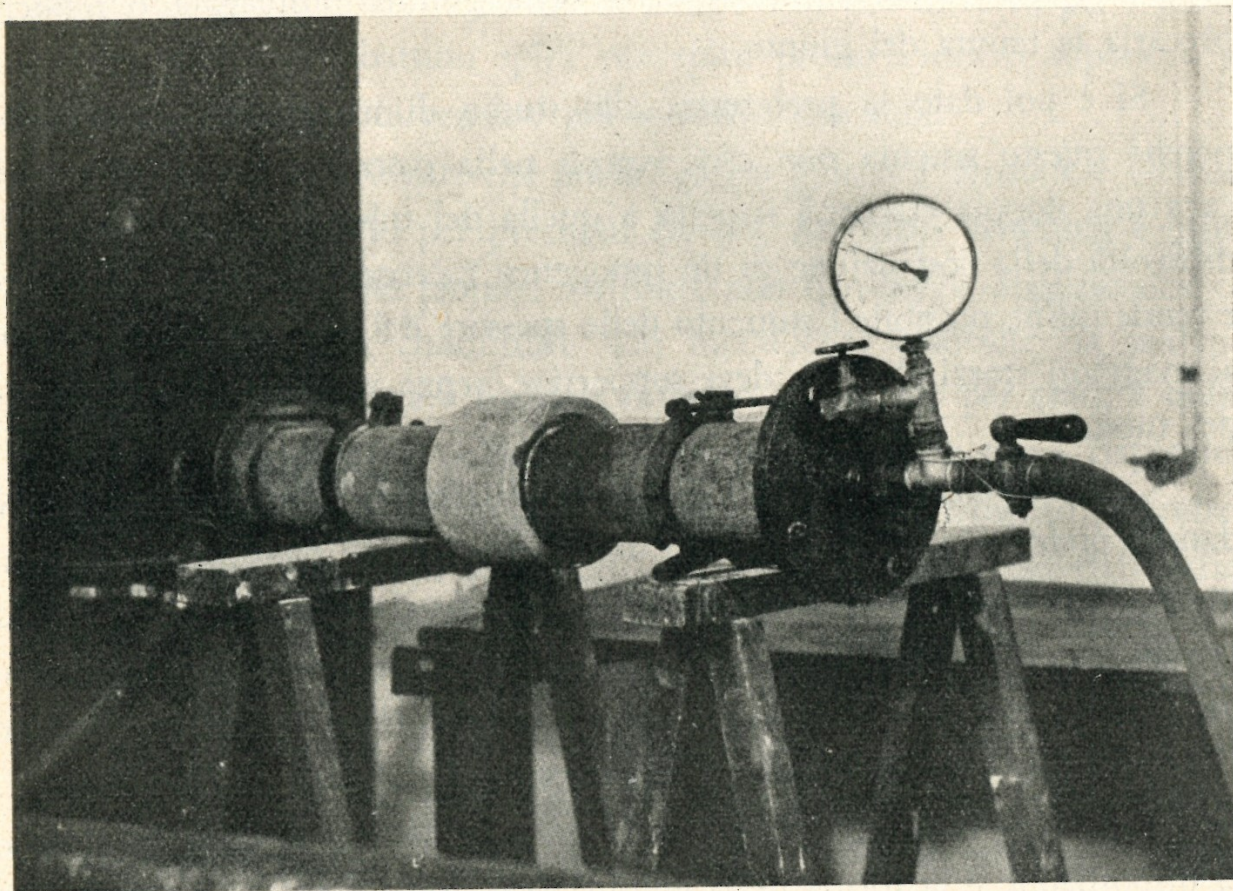


FIG. 17. - Prova a pressione di un vecchio giunto a solo piombo della Società Eternit.

Raggiunta questa immobilità mantenendola costante si è fatto scorrere il manicotto nella sua posizione definitiva in modo da far corrispondere il piano di simmetria trasversale del manicotto con quello analogo dell'anello di gomma.

Quindi mediante i tiranti suddetti si è compresso l'anello di gomma di circa mm. 4 rispetto alla larghezza primitiva, corrispondente alla compressione di circa Kg. 40 per cmq. su tutta la sezione della testata del tubo.

Raggiunta questa compressione si è proceduto alla colata del piombo fra il manicotto, le testate dei tubi interne ad esso e l'anello di gomma, come si rileva nella sezione.

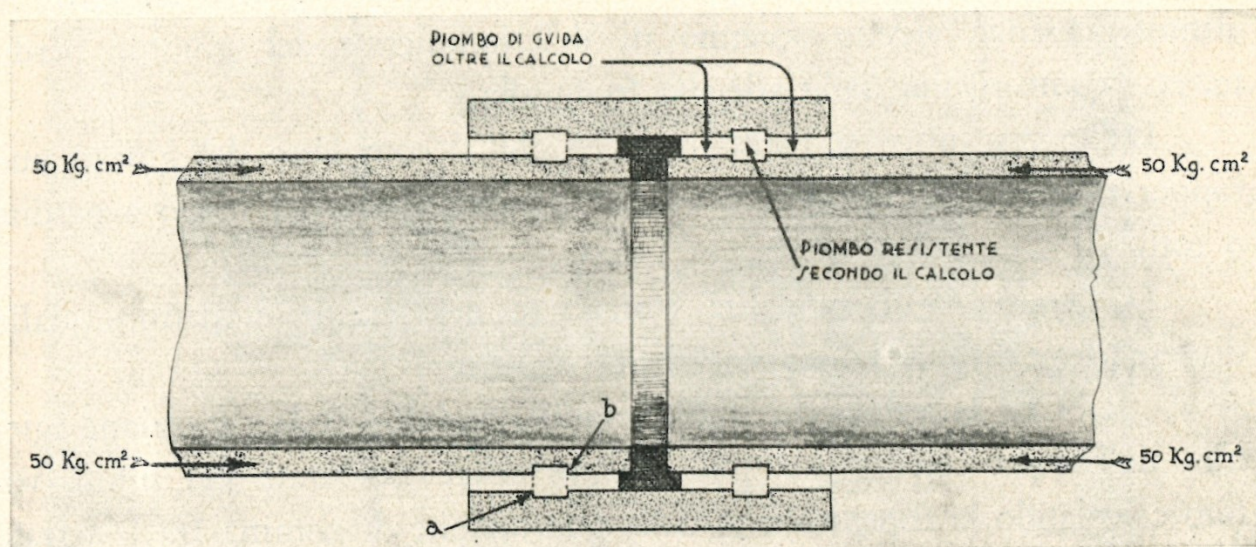


FIG. 18. - Nuovo tipo di giunto a gomma e piombo per pressioni non elevate e piccoli diametri.

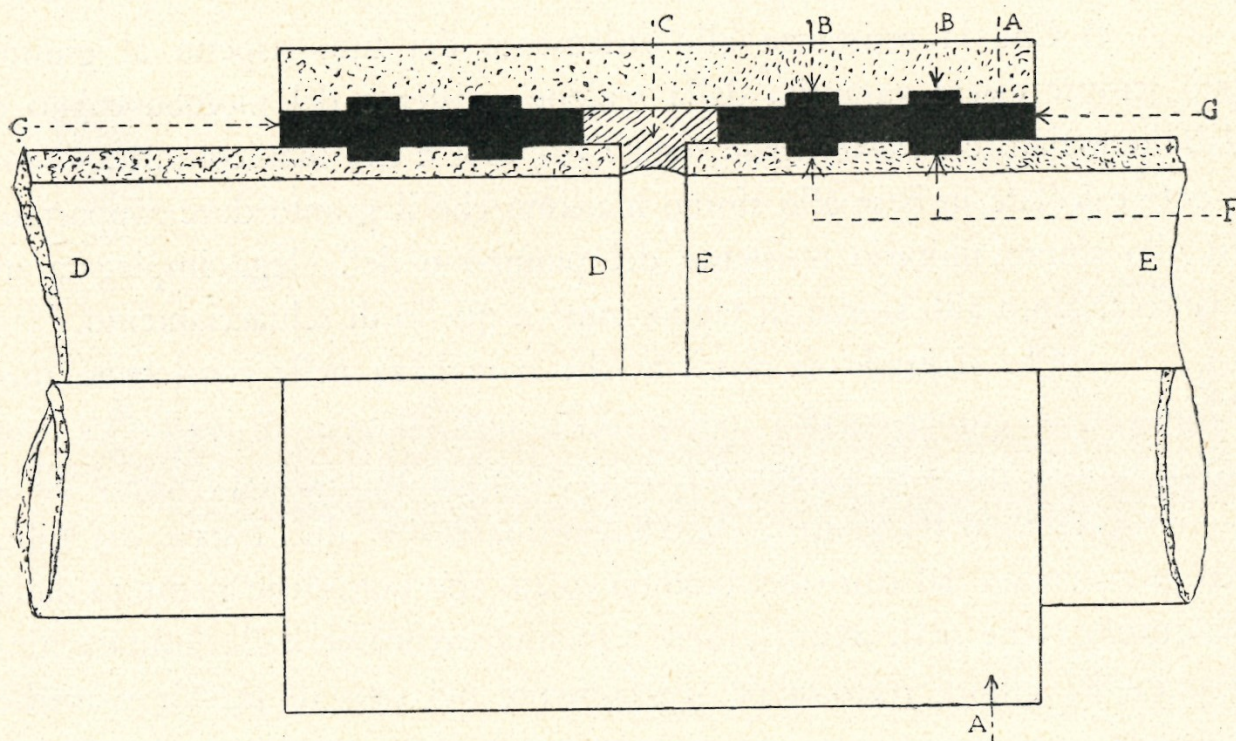


FIG. 19. - Nuovo tipo di giunto a gomma e piombo per pressioni elevate e grandi diametri.

Raffreddato il piombo si sono liberati i tubi dallo strettoio di compressione delle testate e si è provato ripetutamente il giunto ad oltre 20 atmosfere senza alcuno accenno di deterioramento del giunto, perdite, ecc. come risulta dalla allegata fotografia.

Da diverse prove è risultato anche che il complesso del giunto può sopportare inclinazioni di oltre mm. 8 a metro senza dar luogo a perdite o rotture.

Dall'esame delle modalità costruttive del giunto suddetto e dalle diverse prove fatte in laboratorio si può dedurre:

1) Che la tenuta del giunto, indispensabile per la protezione igienica dell'acqua convogliata, può sempre essere assicurata nel limite voluto calcolando la compressione della guarnizione di gomma fra le testate dei tubi, in relazione agli sforzi massimi longitudinali che dovranno sollecitare il tratto di tubatura interessato.

2) Che la pressione interna dell'acqua tende a migliorare sempre più la tenuta del giunto comprimendo la guarnizione di gomma contro le testate dei due tubi collegati.

3) Che la resistenza allo sfilamento dei tubi rispetto al giunto può sempre essere garantita dalla sezione resistente del piombo colato e dalle scanalature ricavate nelle testate dei tubi e nel manicotto, appositamente calcolate in base allo sforzo massimo che il giunto deve sopportare ed allo sforzo unitario resistente del piombo o della lega impiegata in sua vece, tanto allo sforzo di taglio come a quello di schiacciamento.

4) Che il grado di elasticità che si realizza nella condotta mediante questo giunto, risulta molto superiore al doppio di quello dei comuni tubi di ghisa a cordone e bicchiere inquanto essa è permessa dalla compressibilità della guarnizione di gomma fra le due testate dei tubi, dal gioco creato dal ritiro del piombo colato che non viene riempito dalla ribattitura come nei comuni giunti a piombo ed infine dalla limitata lunghezza del giunto realizzabile specialmente nel caso di piccole e medie pressioni.

5) Che il giunto raggiunge anche notevoli vantaggi autarchici inquanto esclude l'impiego del ferro e limita quello del piombo allo stretto necessario richiesto dal calcolo.

6) Che il giunto assicura la massima economia potendosi limitare il piombo allo stretto necessario voluto dal calcolo.

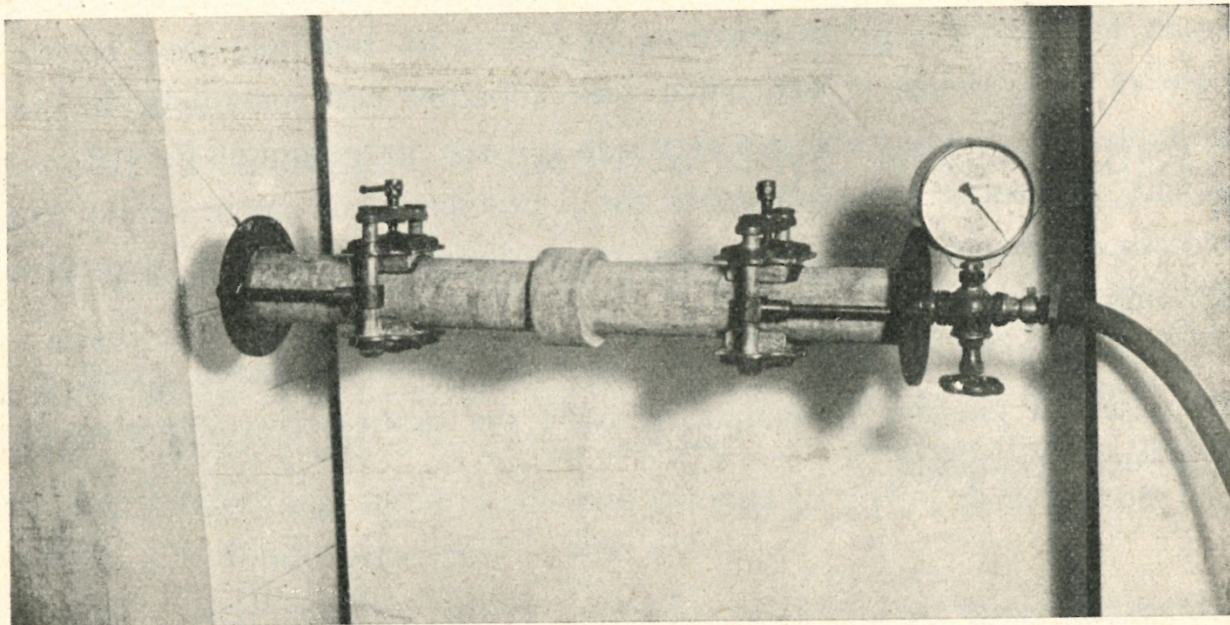


FIG. 20. - Prova a pressione del nuovo tipo di giunto a gomma e piombo della figura 18.

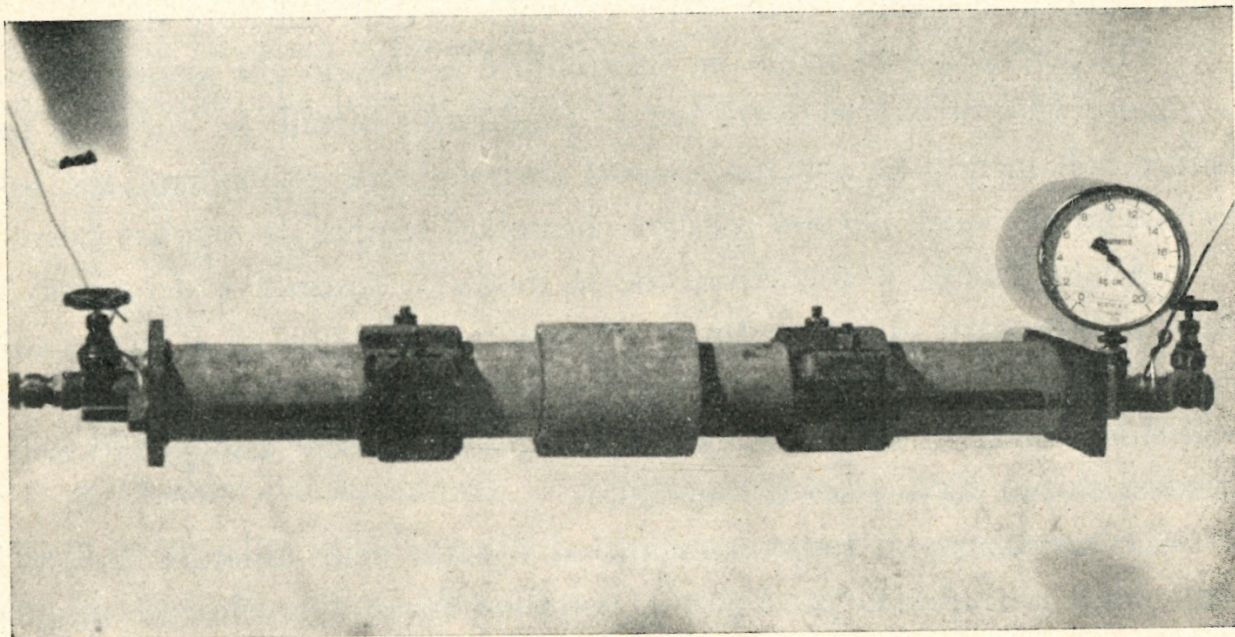


FIG. 21. - Prova a pressione del nuovo tipo di giunto a gomma e piombo della figura 19.

Le pratiche applicazioni di questo giunto potranno suggerire anche successivi notevoli miglioramenti, ma si può fin d'ora asserire che gli studi, le ricerche e gli esperimenti sopradescritti, non solo sono serviti a mettere in evidenza le deficienze delle tubature non metalliche le quali potrebbero, specialmente nei riguardi igienici raggiungere gravità eccezionali, ma anche a dare la prova che il problema può essere risolto senza eccessiva difficoltà e senza trasformare sensibilmente il tipo di lavorazione dei tubi già in uso.

Per quanto riguarda il calcolo della resistenza di questo giunto e la economia di piombo da realizzarsi nella sua pratica costruzione, si riferirà successivamente.

* * *

Dagli studi ed esperimenti sopracitati si può quindi dedurre che un notevole contributo alla autarchia della Nazione può essere dato anche nel campo delle condutture per acque potabili mediante la sostituzione in notevole misura delle condutture metalliche con tubature in cemento amianto e cemento armato, pur conservando la indispensabile garanzia della protezione igienica delle acque convogliate dalle tubature stesse.

Ma perchè questo scopo sia raggiunto è necessario che analogamente a quanto sempre si è richiesto per le condutture metalliche anche le tubature non metalliche abbiano spessori perfettamente rispondenti alle sollecitazioni alle quali devono resistere controllati sempre da regolari calcoli.

Analogamente è necessario che le modalità costruttive dei giunti e delle singole parti di essi destinati alla tenuta dell'acqua ed al sicuro collegamento tra tubo e tubo siano anche regolarmente calcolati in relazione agli sforzi massimi longitudinali ai quali possono essere assoggettati nelle condizioni più sfavorevoli di esercizio.

Le condizioni di funzionamento ed il costo delle tubature suddette, tanto per i tubi quanto per i giunti, potranno essere notevolmente migliorate se il tracciato degli acquedotti verrà preventivamente studiato in modo da renderlo nella maggior parte possibile adatto alle speciali caratteristiche del materiale non metallico da impiegare.

Roma. — Istituto di Sanità Pubblica - Laboratorio di Ingegneria Sanitaria.

